Chemisch-geologische Studien

in der Umgegend von Forchheim.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Georg Spohn

aus Ravensburg (Württemberg).

Tag der mündlichen Prüfung: 24. Juli 1895.

Stuttgart.

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg (Carl Grüninger).

1896.

Chemisch-geologische Studien

in der Umgegend von Forchheim.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Georg Spohn

aus Ravensburg (Württemberg).

Tag der mündlichen Prüfung: 24. Juli 1895.

Stuttgart.

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg (Carl Grüninger).

1896.

Inhaltsübersicht.

Seite

1. Einleitung 1
2. Der grosse Steinbruch bei Forchheim-Reuth 2
3. Specielle geologisch-palaeontologische Beschreibung und chemische Untersuchung der einzelnen Schichten 4
   A. Keuper, Schichten I—IV 4
   B. Lias, Schichten V—XIV 8
   Tabellarische Zusammenstellung der ausgeführten Analysen . . 25
4. Über das geologische Alter der einzelnen Schichten 25
   Vergleichende Tabelle der Profile der verschiedenen Autoren . . 30

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543506_0130

1. Einleitung.

Wohl von sämtlichen Schichten des fränkischen Jura sind in der einschlägigen Litteratur Analysen zu finden, welche mit mehr oder weniger grosser Genauigkeit ausgeführt sind. Die Lokalitäten, denen man die Proben für die Analysen entnommen hat, sind jedoch meistens nicht mit unzweideutiger Genauigkeit angegeben, so dass bei dem grossen Wechsel der einzelnen Schichten in der chemischen Zusammensetzung diesen Analysen kein allzu grosser wissenschaftlicher Wert beigemessen werden darf.

Wo eine Reihe aufeinanderfolgender Schichten untersucht ist, stammen die Proben für die Analysen von dort her, wo die betreffende Schicht gerade besonders gut aufgeschlossen war, ohne dass auf den oben erwähnten Wechsel in der chemischen Zusammensetzung Rücksicht genommen ist.

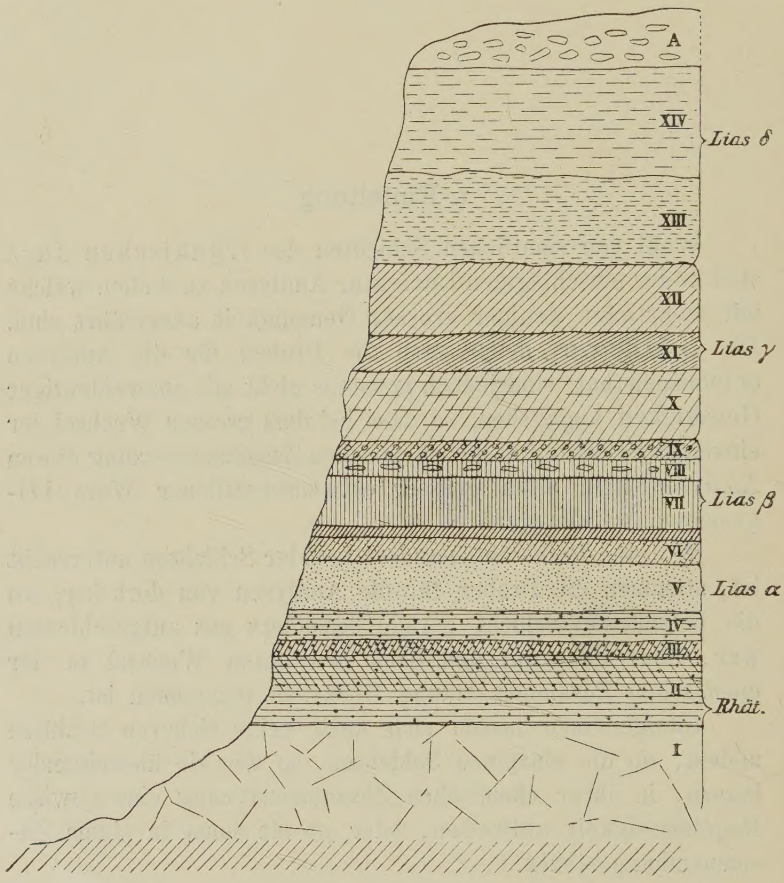
Infolgedessen lassen sich auch keine sicheren Schlüsse ziehen, ob die einzelnen Schichten, so wie sie übereinander lagern, in ihrer chemischen Zusammensetzung eine gewisse Regelmässigkeit aufweisen, oder ob sie sonst in einem Zusammenhang stehen.

Es legte sich der Gedanke nahe, einem ganz bestimmten Profil, das eine grössere Anzahl Schichten aufgeschlossen zeigt, Proben zu entnehmen, um diese der chemischen Untersuchung zu unterziehen.

Ein solches Profil aus dem Rhät mit den sog. Grenzletten, dem unteren und mittleren Lias, findet sich unweit Forchheim in dem Steinbruch des Herrn Werkmeister Kratzer.

2. Der grosse Steinbruch bei Forchheim-Reuth.

Dieser Steinbruch liegt etwa 2 km vom Bahnhofe Forchheim entfernt, links von der Staatsstrasse nach Reuth etc. auf der Anhöhe.



Es wird hier der als Haustein so sehr geschätzte Rhätsandstein gewonnen, der sich gerade an dieser Stelle, sowie in dem in nächster Nähe sich befindlichen Steinbruch des Herrn Werkmeister Link durch seine Gleichmässigkeit und seine schöne weisse Farbe auszeichnet.

Vorstehende Abbildung soll zur Verdeutlichung des beschriebenen Profils dienen.

Die Reihenfolge und Mächtigkeit der einzelnen Schichten ist, von oben nach unten, folgende:

A. Ackerboden, darin gelbbraune Kalkplatten mit *Rhynchonella rostellata* Quenst. und *Belemnites* sp.

Lias δ	XIV. Hellgrauer Letten mit Nestern von Eisenocker, versteinerungsleer	1,05 m
	XIII. Letten von demselben Habitus wie XIV, etwas dunkler	2,30 m
Lias γ	XII. Ca. 12 dünne Lagen von dünnblätterigem, grauem Schieferthon, durch fingerdicke Thoneisensteinlagen von einander getrennt .	0,80 m
	XI. Dunkelgrauer, sehr dünnblätteriger Schieferletten, ohne Versteinerungen mit Nestern von Eisenocker	0,35 m
	X. Hellgrauer, dickbankiger Letten mit Knollen von Schwefelkies und mit Gipsausscheidungen	1,15 m
Lias β	IX. Dünnblätteriger, etwas dunkler Letten, mit Quarzkörnern, Phosphoritknöllchen, *Ammonites planicosta*, *Avicula sinemuriensis* etc.	0,10 m
	VIII. Thoneisensteinlage mit kugeligen und cylindrischen Absonderungsflächen	0,07 m
	VII. Dunkler, durch Verwittern dünnblätterig werdender Letten, mit Kriechspuren von Würmern	0,55 m
	VI. Eisenschüssiger sandiger Lehm mit viel groben Quarzkörnern und gelben Einlagerungen (Gelbeisenerz)	0,15 m
Lias α	V. Grober eisenschüssiger Sandstein mit schlecht erhaltenen Versteinerungen (Arietensandstein)	0,60 m
Rhät	IV. Gelber Thon, durch auswitternde kleine Körnchen porös werdend	0,25 m
	III. Dunkler Schieferthon mit verkohlten Wurzelresten, porös wie IV	0,14 m
	II. Oben gelber, unten weisser, stellenweise rotgefleckter Thon, porös wie IV, zum Teil sandig	0,80 m
	I. Bausandstein	7,00 m

3. Specielle geologisch-palaeontologische Beschreibung und chemische Untersuchung der einzelnen Schichten.

A. Keuper.

I. Der in diesem Steinbruch gewonnene Bausandstein, mit I bezeichnet, tritt in einer Mächtigkeit von ca. 7 m auf. Es ist der von v. Gümbel[1] charakterisierte Bonebed- oder Rhätsandstein, der an andern Orten die berühmten Pflanzenlager eingeschlossen enthält[2].

Lange war das geologische Alter dieses Sandsteins zweifelhaft und hat in der älteren Litteratur viel Anlass zu Meinungsverschiedenheiten gegeben.

Pfaff[3] rechnet ihn zum Keuper, Popp[4] sieht ihn als Äquivalent des unteren Lias an; es heisst dort p. 406:

> „Der Palissyensandstein (so nennt er dieses Gestein), weil sich hinwiederum in seinem palaeontologischen Charakter von vorstehenden Gebilden scheidend, wird zum Lias gezählt, aber nicht als ältestes Glied der Juraformation, also unter dem Lias lagernd, sondern als mit dem marinischen Lias gleichzeitig existierend."

Dieselbe Ansicht hat auch Braun[5] dargelegt.

v. Gümbel[6] gebührt das Verdienst, diese Frage endgültig entschieden zu haben, indem er diesen Sandstein als Äquivalent des englischen Bonebeds und des Quenstedt'schen Sandsteins von Täbingen bestimmte und als obere Stufe der Keuperformation einreihte.

II. Auf diesen Sandstein, der oben leicht verwittert und dann als Stubensand Verwendung findet, folgt eine 0,8 m mächtige Schicht von Thonen, die in der unteren Hälfte weiss und in der oberen gelb gefärbt sind. Dieselben sind vollgespickt

---

[1] v. Gümbel, Über das Knochenbett (Bonebed) und die Pflanzenschichten in der rhätischen Stufe Frankens. Sitzungsb. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. 1864. Bd. I. p. 215.

[2] Dr. C. Fr. W. Braun, v. Münsters Beiträge. 1843. Heft VI. p. 1. — Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. von Leonhard und Bronn (N. J.) 1836. p. 509. — Popp, Der Sandstein von Jägersburg und die in ihm vorkommenden fossilen Pflanzen. N. J. 1863. p. 399.

[3] Pfaff, Beiträge zur Kenntniss des fränkischen Juras. N. J. 1857. p. 1.

[4] l. c.

[5] Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt in Wien. Bd. XII. Heft II. p. 144.

[6] l. c.

mit kleinen Körnchen, anscheinend von Brauneisenstein, die an der Oberfläche sehr leicht auswittern und dann der Masse ein poröses Aussehen verleihen. Stellenweise erscheint die untere Hälfte rot gefleckt. Zahlreiche Glimmerschüppchen sind eingelagert, und es finden sich oft Partien, wo der Thon ganz oder teilweise durch Sand verdrängt ist.

Eine Analyse der unteren (weissen) Lage des Thons ergab folgendes Resultat:

SiO_2	59,90 %
Al_2O_3	27,95
Fe_2O_3	2,53
FeO	0,50
MnO	—
CaO	—
MgO	0,33
K_2O, Na_2O	Spur
P_2O_5	—
SO_3	—
Glühverlust	8,25
	99,46 %

Eine Partialanalyse des in HCl löslichen Teils ergab:

unlöslich		83,82 %
löslich in verdünnt. HCl	SiO_2	2,53
	R_2O_3	4,95
	MgO	0,18

Die obere (gelbe) Lage besitzt eine ganz entsprechende Zusammensetzung; Eisenoxydul ist nicht mehr vorhanden, so dass sich die ausgesprochen gelbe Farbe durch weitergehende Oxydation des Eisens erklärt.

Das Ergebnis der Analyse ist folgendes:

SiO_2	60,30 %
Al_2O_3	27,69
Fe_2O_3	1,75
FeO	—
MnO	—
CaO	—
MgO	0,38
K_2O, Na_2O	Spur
P_2O_5	—
SO_3	—
Glühverlust	9,46
	99,58 %

Partialanalyse:

In verdünnter Salzsäure unlöslich		80,88 %
löslich	SiO_2	4,24
	R_2O_3	4,67
	MgO	0,33

Die Übereinstimmung der beiden Analysen lässt an der Identität der weissen und der gelben Schicht nicht zweifeln.

III. Diese vollkommen bitumenfreien Thone werden überlagert von einer 0,14 m mächtigen Thonschicht von dunkler Farbe, die durch einen Gehalt an Bitumen verursacht wird.

Der, wenn auch unbedeutende Bitumengehalt machte eine Bestimmung des Eisenoxyduls unmöglich, da bei der Titration der mit Schwefelsäure im Schiessrohr aufgeschlossenen Substanz mit Kaliumpermanganatlösung auch die vorhandene organische Substanz oxydiert wird und dadurch eine Fehlerquelle entsteht, die das erhaltene Resultat unbrauchbar macht.

Die chemische Zusammensetzung ist folgende:

SiO_2	58,54 %
Al_2O_3	26,44
Fe_2O_3	3,43
MnO	—
CaO	—
MgO	1,24
K_2O, Na_2O	Spur
P_2O_5	—
SO_3	—
Glühverlust	10,27
	99,92 %

Partialanalyse:

In verdünnter Salzsäure unlöslich		77,02 %
löslich	SiO_2	2,10
	R_2O_3	9,55
	MgO	0,98

IV. Die IV., 0,25 m mächtige Schicht hat wieder dasselbe Aussehen wie die Schichten II; die qualitative Analyse ergab ebenfalls das Fehlen von MnO, CaO, Alkalien, P_2O_5 und SO_3, so dass wieder ein ganz ähnliches Resultat zu erwarten war und es deshalb überflüssig erschien, eine genaue quantitative Analyse auszuführen.

Der geringe Prozentsatz der bis jetzt untersuchten Schichten an Flussmitteln lässt vermuten, dass wir es mit feuerfesten Thonen zu thun haben; da dieselben aber wenig Gleichmässigkeit zeigen, stellenweise sandig auftreten, ja in einen mürben Sandstein übergehen, so kann an eine Verwendung als feuerfester Thon nicht gedacht werden.

Auch der geringe Prozentsatz von in Salzsäure löslichen Bestandteilen weist auf die sandige Natur hin.

Reinsch[1] erwähnt aus den Schichten zwischen Keuper und Lias bei Marloffstein einen feinen, sehr zerklüfteten,

[1] N. J. 1859. p. 385.

wenig festen Sandstein, in welchem einzelne Glimmerblättchen zu erkennen sind, von folgender Zusammensetzung:

SiO_2	71,724 %
Al_2O_3	23,001
$MgCO_3$	0,597
H_2O	4,675
	99,997 %

Die Lage dieses Sandsteins entspricht, wie ich mich überzeugt habe, ganz den oben erwähnten Thonen.

Reinsch schliesst nun aus dem Magnesiagehalte dieser Schicht, dass dieselbe zum Lias gerechnet werden müsse, indem bis jetzt in keiner Keuperschicht Magnesia nachgewiesen worden sei. Aus diesem Grunde müsste er aber dann den Rhätsandstein auch zum Lias rechnen, da derselbe nach seiner eigenen Analyse auch Magnesia enthält.

Dass die Schichten II, III und IV zusammengehören, erhellt schon aus der Thatsache, dass sich Stellen finden, wo Wurzelreste, die noch ihre ursprüngliche Lage besitzen, sich teilweise durch alle drei Schichten fortsetzen. Diese Wurzelreste gehörten somit Pflanzen an, die sich nach Ablagerung dieser Schichten hier angesiedelt haben, und zwar vor der Ablagerung des darauf folgenden grobkörnigen Sandsteins.

Vielfach findet man in der Litteratur den Namen „Grenzletten“ für diese Schichten, doch erscheint diese Bezeichnung nicht richtig, da dieselben nicht an die Grenze zwischen Trias und Jura unmittelbar gebunden sind; an der Jägersburg z. B. sind sie in den Rhätsandstein eingelagert, auf den dann die Juraschichten ohne weiteres Grenzgebilde folgen.

Etwa 300 m westlich von unserem Steinbruche, etwas oberhalb des Wegs, der von dem schon erwähnten Link'schen Bruche nach Forchheim führt, findet sich in einem Hopfengarten ein kleiner Aufschluss, in dem sich die Verhältnisse dieser Grenzschichten etwas anders gestalten.

Über dem typischen Rhätsandstein lagern in einer Mächtigkeit von 0,50 m die Thone, welche in ihrem Habitus ganz den erwähnten Schichten entsprechen.

Darüber lagert nun ein eisenschüssiger Sandstein, der in der Grösse des Korns noch ganz unserem Bausandstein entspricht, aber in mehrere unregelmässige Bänke geteilt ist.

zwischen denen sich dünne Zwischenlagen von Thoneisenstein abgeschieden haben.

Dieser Sandstein enthält eine Masse verkohlter Pflanzenreste, die sich jedoch wegen ihrer schlechten Erhaltung nicht näher bestimmen lassen.

Über dieser 1,0 m mächtigen Bank lagert ein 0,1 m mächtiges Flötzchen einer Art Lettenkohle, die trocken sehr zerreiblich ist, aber begierig Wasser aufsaugt und dann eine lehmige Beschaffenheit annimmt. Unter dem Mikroskop zeigt diese Kohle nach der Macerierung mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure die Struktur von Koniferenholz; denn man kann noch die charakteristischen behöften Tüpfel erkennen, welche nach Gestalt und gegenseitiger Lage auf die Gattung *Pinites* hinzuweisen scheinen.

Natronlauge mit der Substanz zusammengebracht, färbt sich sofort dunkelbraun.

Nach einer dünnen, lehmigen Zwischenschicht folgt dann der noch zu beschreibende Arietensandstein, der hier infolge von Verwitterung plattenförmig abgesondert ist.

Der erwähnte eisenschüssige Sandstein mit den verkohlten Pflanzenresten, sowie die Kohlenschicht gehören ohne Zweifel noch zum Rhät, der sich in unserer Gegend gerade durch seinen Reichtum an Pflanzenresten auszeichnet, während im Lias die Pflanzenreste zu den Seltenheiten gehören. Ausserdem zeigt der erwähnte Sandstein keine Spur von tierischen Überresten, die in Franken gerade für die Ablagerungen des Jura charakteristisch sind.

Die bis jetzt besprochenen Schichten gehören somit dem Keuper an, über den in concordanter Lagerung die Schichten des Lias folgen.

B. Lias.

V. Der Lias beginnt in unserem Hauptsteinbruch mit einem eisenschüssigen Sandstein V, dessen Hauptbestandteil grobe, wasserhelle, ziemlich abgerundete Quarzkörner bilden und der in einer gleichmässigen Mächtigkeit von 0,6 m ansteht.

v. Gümbel[1] bezeichnet diese Schicht als

„eisenschüssigen grobkörnigen Sandstein, mit zerbrochenen und abgeriebenen Muschelschalen (*Ammonites geometricus, Avicula sine-*

[1] v. Gümbel, Frankenjura. p. 441.

muriensis, Belemnites brevis), auf ein Minimum verkümmerter unterer Lias."

Die bis jetzt in diesem Sandstein gefundenen Petrefakten lassen ihn als Äquivalent des schwäbischen Arietenkalkes erscheinen, wodurch sich auf ihn der Name Arietensandstein übertragen hat, wenn auch die in ihm gefundenen Arieten-Ammoniten zu den grössten Seltenheiten gehören.

Es wurden bis jetzt in ihm gefunden[1]: *Ammonites Bucklandi* bei Schloss Banz, *A. rotiformis* bei Burgthann, *A. bisulcatus* bei Oberleiterbach (Staffelstein), *A. geometricus* bei Wiesenthau und bei Sesslach; von andern Petrefakten werden genannt: *Belemnites brevis, Lima* (sp.?), *Pecten priscus, P. textorius, Avicula sinemuriensis, Pentacrinus tuberculatus, Gryphaea arcuata.*

Im Frühjahr 1895 wurde dieser Sandstein gebrochen, um für einen Strassenbau Verwendung zu finden, so dass mir viel Material zur Verfügung stand, das gründlich abgesucht werden konnte.

Er zeigte sich auch gar nicht versteinerungsarm, wie verschiedene Autoren angeben, die Petrefakten sind sogar stellenweise reichlich vorhanden. Doch sind alle nur in schlechtem Zustande erhalten, die Schalen sind abgerieben und vollgespickt mit Quarzkörnern.

Auffallend ist die kümmerliche Ausbildung der Versteinerungen; die Gryphaeen, die an andern Orten im gleichen Horizont in faustgrossen Exemplaren gefunden werden, überschreiten hier kaum die Grösse einer Haselnuss.

Diese Thatsache wird von v. Gümbel dahin erklärt, das Meerwasser sei zur Zeit der Ablagerung dieses Gesteins durch den grossen Eisengehalt vergiftet gewesen, infolgedessen seien die meisten Tiere aus diesen Gegenden geflohen und nur die infolge ihrer kümmerlichen Ausbildung zur Flucht unfähigen Individuen seien zurückgeblieben.

An Versteinerungen wurden von mir in diesem Gestein gefunden: *Gryphaea obliqua* Goldf. und *G. arcuata* Lam. Die Längsfurche, welche die *G. arcuata* von der *G. obliqua* unterscheidet, liess sich nur an wenigen Exemplaren deutlich

---

[1] v. Gümbel, l. c.

beobachten, in den meisten Fällen war sie mindestens zweifelhaft; die Abwesenheit dieser Furche aber konnte in vielen Fällen noch mit Sicherheit festgestellt werden.

Die Hohlräume dieser Gryphaeen sind sehr häufig mit kleinen, scharfkantigen, dunkelbraunen Krystallen ausgefüllt, welche Pseudomorphosen von Brauneisenerz nach Siderit darstellen.

Weniger häufig sind folgende Versteinerungen: *Pecten textorius* v. Schloth., *P. subulatus* v. Münst., *Belemnites acutus* Mill.

Der Arietensandstein ist von zahlreichen Spalten und Klüften durchzogen, die teilweise von Mineralmassen ausgefüllt sind. Namentlich ist es ein seidenglänzender, strahlig faseriger Aragonit, der in ziemlicher Menge und grosser Reinheit auftritt. Ebenso häufig ist Calcit in kleinen Krystallen, die durch einen geringen Eisengehalt gelb gefärbt sind. In einer Spalte fand sich Pyrolusit als erdige Masse vor, in der sich kleine glänzende Aragonitkryställchen bemerkbar machten.

Das Gestein selbst enthält nur äusserst geringe Mengen von Mangan, wie beifolgende Analyse von O. Friz[1] zeigt.

	In Salzsäure löslich	In Salzsäure unlöslich
SiO_2	0,079 %	51,588 %
Al_2O_3	0,052	4,001
Fe_2O_3	6,411	0,245
FeO	0,987	—
Mn_3O_4	0,051	—
CaO	16,334	0,233
MgO	2,001	0,046
K_2O	0,214	0,416
Na_2O	0,181	—
CO_2	15,493	—
P_2O_5	0,002	—
Cl	0,008	—
SO_3	Spur	—
H_2O	1,885	—
	43,698 %	56,529 %
	100,227 %	

[1] O. Friz, Inaug.-Diss. Erlangen (noch nicht veröffentlicht).

E. v. Raumer[1] giebt ebenfalls eine Analyse des Arietensandsteins, deren Material aus der Umgegend von Erlangen stammt (ohne nähere Angabe):

H_2O	2,85 %
SiO_2 löslich	0,06
SiO_2 unlöslich	28,29
CO_2	26,82
HCl	0,02
H_2SO_4	Spur
H_3PO_4	Spur
Al_2O_3	0,31
Fe_2O_3	9,03
FeO	1,75
CaO	26,41
MgO	3,22
K_2O	0,15
Na_2O	0,30
	99,21 %

Das Gestein ist seinem Quarz und Kalkgehalt nach grossen Schwankungen unterworfen, wie sich schon aus den angegebenen Analysen entnehmen lässt.

v. Gümbel[2] führt in seinem Frankenjura folgende Analyse an:

Grobe Quarzkörner	56,090 %
Thonige Beimengung	10,687
Kohlensaurer Kalk	30,426
Kohlensaures Eisenoxydul	1,040
Kohlensaure Magnesia	0,304
Kohlensaures Manganoxydul	0,640
Phosphorsäure, Schwefelsäure etc.	Spuren
Wasser und Organisches	0,813
	100,000 %

Das Gestein verwittert relativ leicht zu einer braunen Erde, so dass sich die Schicht infolge der auffallenden Farbe des daraus entstehenden Ackerbodens sehr leicht auf grössere Entfernung verfolgen lässt.

VI. Während der Arietensandstein eine kompakte Bank bildet, die sofort in die Augen springt, tritt die darüber

[1] E. v. Raumer, Beitrag zur Kenntnis der fränkischen Liasgesteine. Inaug.-Diss. Erlangen 1878.

[2] v. Gümbel, Frankenjura. p. 67.

lagernde VI. Schicht weniger auffällig hervor. Sie hat eine Mächtigkeit von 0,15 m und besitzt ungefähr das Aussehen des Verwitterungsprodukts der vorhergehenden Schicht. Die Konsistenz ist sandig-lehmig, die Farbe ungefähr die des Arietensandsteins. Versteinerungen finden sich stellenweise, wenn auch schlecht erhalten. In unserem Steinbruche speciell konnte ich in dieser Schicht keine Versteinerung finden, an andern Orten sind in demselben Horizont solche keine Seltenheit.

In einem Steinbruch auf der Höhe von Marloffstein findet sich ein ganz entsprechendes Profil, in welchem auf den Arietensandstein ebenfalls eine dünne Schicht von demselben Habitus und der gleichen Mächtigkeit folgt, so dass an der Identität nicht zu zweifeln ist.

Hier finden sich nun runde, weissliche Knollen, welche meistens kleine Ammoniten oder Abdrücke von solchen einschliessen.

Die Ammoniten liessen sich als *Aegoceras planicosta* und *Aeg. ziphus* mit Sicherheit bestimmen.

An verschiedenen Orten, wo diese Schicht ebenfalls zu Tage tritt, lassen sich auffallend gelbgefärbte Stellen wahrnehmen, z. B. bei Neunhof, bei Atzelsberg, bei Wiesenthau.

Im sog. Heldbruche bei der Jägersburg, unmittelbar rechts unterhalb der Strasse von Forchheim nach Jägersburg gelang es mir, ein Handstück zu finden, das zur chemischen Untersuchung dieses gelben Stoffes geeignet erschien.

Es ist eine erdige Masse von intensiv schwefelgelber Farbe, die leicht Wasser aufnimmt und dann plastisch wird.

Unter dem Mikroskop löst sie sich in lauter winzige Kryställchen auf, die ein starkes Lichtbrechungsvermögen besitzen und bei gekreuzten Nikols Doppelbrechung zeigen. Trotz starker Vergrösserung war es jedoch nicht möglich, die Krystallform erkennen zu können. Doch dürften diese Thatsachen darauf hinweisen, dass wir es mit einem charakterisierten Mineral zu thun haben.

In Wasser ist das Mineral unlöslich; beim längeren Digerieren mit verdünnter Salzsäure auf dem Wasserbad lässt sich jedoch vollständige Zersetzung erzielen.

Eine auf diese Weise behandelte Probe ergab folgendes Resultat:

Fe_2O_3	46,84 %
Al_2O_3	0,24
Na_2O	5,82
SO_3	26,59
H_2O	11,73
unlöslich	8,78
	100,00 %

Das Wasser wurde aus der Differenz bestimmt.

Vor dem Lötrohr entwickelt sich schweflige Säure, und die Farbe verwandelt sich dabei in dunkelrot.

Eliminiert man die 8,78 % in Salzsäure unlöslichen Bestandteile, die als Verunreinigung angesehen werden müssen, so ergiebt sich folgende Zusammensetzung:

Fe_2O_3	51,35 %
Al_2O_3	0,26
Na_2O	6,38
SO_3	29,15
H_2O	12,86
	100,00 %

Diese Befunde weisen darauf hin, dass dieses Mineral identisch ist mit dem von Breithaupt[1] zuerst charakterisierten **Gelbeisenerz**.

Th. Scheerer[2] beschreibt ebenfalls unter dem Namen Gelbeisenerz ein hellgelbes Gestein in tropfsteinartigen Bildungen, das von reinem Wasser nicht gelöst wird. Erwärmte Salzsäure bewirkte nach längerer Zeit vollständige Zersetzung.

Er giebt folgende Analysen an:

Fe_2O_3	49,37 %	49,89 %
SO_3	32,42	32,47
Na_2O	5,03	5,37
H_2O	13,13	13,13
	99,95 %	100,86 %

Der Fundort ist Modum in Norwegen.

---

[1] v. Breithaupt, Charakteristik des Mineralreichs. p. 238.

[2] Th. Scheerer, Über die Produkte, welche bei der Verwitterung des Schwefelkieses in der Natur gebildet werden. Poggendorff's Annalen. 45. p. 188.

Scheerer nimmt folgende Formel für dieses Mineral an: $4Fe_2O_3 . SO_3 . Na_2O . SO_3 . 9H_2O$; die theoretische Zusammensetzung wäre somit:

Fe_2O_3	50,63 %
SO_3	31,65
Na_2O	4,90
H_2O	12,82
	100,00 %

Dieses Vorkommen ist, wie Scheerer angiebt, ein Zersetzungsprodukt von Schwefelkies.

Auch Rammelsberg[1] führt ein Vorkommen von Gelbeisenerz an, als dessen Fundort das Braunkohlenlager von Kolosoruk in Böhmen angegeben wird.

Er beschreibt das Gelbeisenerz als eine plattenförmige, homogene, derbe Masse von ockergelber Farbe, die in der offenen Glasröhre viel Wasser und bei stärkerer Hitze viel schwefelige Säure abgiebt, wobei der Rückstand braunrot wird. Konzentrierte Salzsäure löst nur schwer geringe Mengen, leichter Königswasser (abweichendes Verhalten?).

Von vier angegebenen Analysen, bei denen der Eisenoxydgehalt zwischen 46,7 und 48,9 %, der Schwefelsäuregehalt zwischen 29,9 und 32,8 % schwankt, zeigt die folgende am meisten Übereinstimmung:

Fe_2O_3	47,723 %
SO_3	29,883
H_2O	13,800
	91,406 %

Der Rest dürfte auf die nicht bestimmten Alkalien fallen.

Es wird sonach keinem Zweifel unterliegen, dass die gelben Stellen, die sich häufig in der VI. Schicht zeigen, auf die Bildung von Gelbeisenerz zurückzuführen sind.

VII. Von der Schicht VII wird die eben behandelte durch ein dünnes, nur 2 cm mächtiges Bänkchen von Thoneisenstein getrennt, auf das später noch zurückzukommen sein wird.

Schicht VII besteht aus einem dunkelgraublauen, durch Verwittern heller werdenden Schieferletten in einer Mächtigkeit von 0,55 m.

[1] Pogg. Ann. 43. p. 132.

Versteinerungen sind nicht zu finden; dagegen wird die Schicht von lauter kleinen, cylindrischen, ca. 1 mm Durchmesser aufweisenden Röhrchen durchdrungen, die mit Brauneisensteinmasse ausgefüllt sind. Die Richtung dieser Röhrchen ist keine bestimmte; es gelang nicht, den Anfang oder das Ende eines solchen Röhrchens zu finden; Gabelungen sind nicht vorhanden, dagegen sehr häufig Kreuzungen. Oft sind die Röhrchen etwas verdickt und enthalten dann Schwefelkies.

In der Litteratur findet sich keine Beschreibung dieser Erscheinung; ich möchte sie dadurch erklären, dass es Kriechspuren von Würmern sind, die nach dem Absatz dieser Schicht in der noch schlammigen Masse gewühlt haben; die durch sie erzeugten Hohlräume sind dann sofort durch stark eisenhaltiges Wasser (die folgende Schicht ist Thoneisenstein) ausgefüllt worden.

Die erwähnten Verdickungen dürften den Exkrementen dieser Würmer zuzuschreiben sein, woran schon die äussere Form erinnert, auch der Schwefelkiesgehalt weist auf ursprüngliches Vorhandensein organischer Substanz hin.

Die chemische Analyse des Gesteins ergab folgende Zusammensetzung:

SiO_2	56,76 %
Al_2O_3	23,77
MnO	Spur
Fe_2O_3	4,34
CaO	0,89
MgO	2,01
K_2O	1,14
Na_2O	2,63
SO_3	Spur
P_2O_5	0,23
Glühverlust	8,66
	100,43 %

Partialanalyse:

In verdünnter Salzsäure unlöslich		69,41 %
in verdünnter Salzsäure löslich	SiO_2	3,17
	Al_2O_3	11,15
	Fe_2O_3	3,96
	CaO	0,76
	MgO	1,23
	K_2O	0,46
	Na_2O	0,89

Bemerkenswert ist das Auftreten von Phosphorsäure, welche auch in den folgenden Schichten immer vertreten ist.

VIII. Wie schon erwähnt, besteht die folgende Schicht aus Thoneisenstein.

Sie besitzt eine Mächtigkeit von 0,07 m und lässt sich auch in der Umgebung des Steinbruchs leicht verfolgen, wobei die Mächtigkeit immer konstant bleibt.

In grösserer Entfernung (z. B. bei Erlangen) findet sich der Thoneisenstein nie als Bank ausgebildet, sondern immer als Geoden von konzentrisch-schaliger Struktur, die im ganzen unteren und mittleren Lias zu finden sind.

So konstant, wenn auch nur in kleinerem Umkreis, die Mächtigkeit dieses Bänkchens ist, so mannigfaltig ist die Struktur desselben. Es finden sich häufig grosse Knollen eingebettet, die beim Zerschlagen die konzentrisch-schalige Struktur der schon erwähnten Geoden zeigen, wobei die Farbe, die aussen braun ist, von Schicht zu Schicht mehr in Grau übergeht.

Dann treten wieder cylinderförmig abgesonderte Gebilde auf, die, meist zu Paaren geordnet, organischen Ursprung vermuten lassen, aber bei genauer Untersuchung keine Spur davon erkennen lassen.

Die Hauptmasse besteht aus dichtem, homogenem Thoneisenstein, der die Zwischenräume der oben erwähnten Gebilde ausfüllt.

Eine Probe dieses Gesteins wurde der Analyse unterzogen und ergab folgende chemische Zusammensetzung:

SiO_2	25,06 %
Al_2O_3	2,60
Fe_2O_3	19,31
FeO	21,87
Mn_2O_3	1,61
CaO	7,70
MgO	2,46
Alkalien	Spur
P_2O_5	4,81
SO_3	Spur
Glühverlust	14,60
	100,02 %

Partialanalyse:

In verdünnter Salzsäure unlöslich	23,09 %
SiO_2	5,26
Fe_2O_3	42,88
$Al_2O_3 + P_2O_5$	7,06
Mn_2O_3	1,58
CaO	5,51
MgO	1,57

Die Bestimmung des Eisenoxyduls geschah durch Titration mit Kaliumpermanganat nach Aufschliessung der Substanz im Schiessrohr mit Schwefelsäure. Da das Mangan als Oxyd vorhanden ist, konnte ein Teil des Eisenoxyduls durch den frei werdenden Sauerstoff des Manganoxyds oxydiert werden, so dass sich der Gehalt an Eisenoxydul zu klein ergeben musste; andererseits war aber eine geringe Menge organischer Substanz zugegen, die etwas Kaliumpermanganat zur Oxydation

verbrauchte, wodurch das Resultat in entgegengesetzter Weise beeinflusst wurde; es dürfte angenommen werden, dass sich die beiden Fehlerquellen kompensieren.

Bei dem in Salzsäure löslichen Teile wurde alles Eisen als Oxyd bestimmt, wodurch sich eine höhere Summe der Bestandteile ergab.

Bemerkenswert ist der hohe Gehalt an Phosphorsäure, worauf schon v. Gümbel[1] hinweist.

Die Thoneisensteingeoden, die im unteren und mittleren Lias Frankens sehr häufig vorkommen, haben dieselbe Zusammensetzung, wie folgende Analyse einer Thoneisensteingeode aus der Nähe von Marloffstein nach Reinsch[2] ersichtlich macht:

SiO_2	22,693 %
Fe_2O_3	55,453
$CaCO_3$	3,154
$MgCO_3$	0,832
Al_2O_3	2,918
H_2O	14,949
	99,999 %

Der wahrscheinlich auch hier erhebliche Gehalt an Phosphorsäure ist nicht berücksichtigt.

Wir dürften wohl nicht fehlgehen, wenn wir diese Ablagerung in Parallele stellen mit der sich heute noch vollziehenden Bildung von See- und Raseneisenerzen.

Stapff[3] giebt eine ausführliche Beschreibung über Vorkommen und Entstehungsweise dieser Erze in Schweden. Er führt eine Anzahl von Analysen auf, die von Svanberg ausgeführt wurden. 30 Analysen von Seeerzen aus Småland, Wermland, Dalarne, Helsingland zeigen folgendes Bild der Zusammensetzung:

---

[1] v. Gümbel, Über ein neuentdecktes Vorkommen von phosphorsaurem Kalk in den jurassischen Ablagerungen von Franken. Sitzungsb. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. z. München. 1864. Bd. II. p. 325 u. Nachtrag, ib. 1867. Bd. II. p. 147.

[2] Paul Reinsch, Chemische Untersuchung der Lias- und Juraformation in Franken. N. J. 1859. p. 385.

[3] F. M. Stapff, Über die Entstehung der Seeerze. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. XVIII. p. 86 u. ff.

P_2O_5	0,051— 1,213 %	im Mittel	0,476 %
SO_3	Spur— 0,430	„ „	0,070
CaO	0,266— 3,095	„ „	1,366
MgO	0,021— 0,731	„ „	0,192
Al_2O_3	1,232— 7,894	„ „	3,581
SiO_2	5,488—41,258	„ „	12,639
Fe_2O_3	43,225—75,685	„ „	62,566
Mn_2O_3	0,463—34,715	„ „	5,578
H_2O + Org. S.	7,576—17,814	„ „	13,532
			100,000 %

Ein Gehalt an Eisenoxydul liess sich in den meisten manganhaltigen Erzen nachweisen, wurde aber wegen des Manganoxydgehalts nicht bestimmt. Kalk und Magnesia sind nicht in allen schwedischen Erzen enthalten, und zwar sind frisch heraufgeholte Erze sehr arm an diesen Stoffen, während bei längerer Lagerung sich infolge von Verwesung organischer Substanzen diese Bestandteile in oft nicht unbeträchtlicher Menge vorfinden.

Die Bildung dieser Erze erfolgt in Seen von geringer Tiefe unter Mitwirkung von Diatomeen (*Gallionella ferruginea*); andererseits auch in Sümpfen und Morästen, hier jedoch nicht in zusammenhängenden Bänken, sondern knollenförmig, wobei dann meistens eine Wurzel oder sonst ein Stück Holz den Anstoss zur Bildung dieser Knollen (Geoden) giebt.

Diese Thatsachen stehen ganz im Einklang mit dem lokalen Vorkommen der Thoneisensteinbänke, während sich in benachbarten Gegenden nur Geoden finden.

Die Bildung dieses Erzes vollzieht sich nur bis zu einer Tiefe von 10 m; es ist somit anzunehmen, dass zur Zeit der Ablagerung dieser Sedimente die ganze Gegend ein Sumpf oder seichtes Gewässer war, das grossen und häufigen Niveauschwankungen unterworfen sein musste, wie sich aus den zwischen den Thoneisensteinbänken liegenden lettigen Ablagerungen ergiebt, die sich nur aus tieferem Wasser abgesetzt haben können.

Stapff führt dann noch an, dass beim Heraufholen des Erzes aus den Seen die Masse von einer Unzahl von Würmern durchwühlt ist; ich glaube diese Thatsache mit den bei Schicht VII beobachteten Erscheinungen in Parallele stellen zu dürfen. Die erwähnten Spuren von Würmern lassen sich

auch noch bei dem vorliegenden Gestein, wenn auch in nicht so auffallender Weise, verfolgen.

IX. Wie schon erwähnt, ist die folgende Schicht wieder eine lettige, von dunkler, beinahe schwarzer Farbe, die bei der Verwitterung heller wird. Eine horizontale Schieferung ist vorhanden, doch nicht so ausgesprochen, wie bei Schicht VII. Stellenweise finden sich grobe, wasserhelle, wenig abgerundete Quarzkörner, jedoch nicht so häufig, um der Homogenität der Masse Eintrag zu thun. Ausser Quarzkörnern enthält diese Schicht noch andere Einschlüsse, nämlich Petrefakten und Phosphoritknollen.

Die Petrefakten sind meist kleine Exemplare von weissschaligen Muscheln, die teilweise in ganz gutem Zustand erhalten sind, aber wegen ihrer Kleinheit und Zerbrechlichkeit eine genaue Bestimmung sehr erschweren. Von diesen Versteinerungen sind anzuführen: *Lima* sp.?, *Pecten priscus* v. Schloth., *Avicula sinemuriensis* d'Orb., ausserdem Gryphaeen in winzigen Exemplaren von nur wenigen Millimeter Grösse.

Es sind dies jedoch nur Versteinerungen, aus deren Vorkommen man keine bestimmten Schlüsse auf das geologische Alter der Schichten innerhalb des Lias ziehen kann.

Eine häufige Erscheinung in dieser Schicht sind scharfkantige Gesteinsbrocken, von derselben Farbe, wie die Schicht, sich aber leicht von dieser loslösend. In chemischer Hinsicht unterscheiden sie sich von dem Gestein durch einen bedeutenden Gehalt an phosphorsaurem Kalk.

Diese Brocken, meist von der Grösse einer Haselnuss, enthalten häufig den Abdruck eines kleinen Ammoniten, während von dem Tier selber keine Spur mehr vorhanden ist; diese Abdrücke sind nur selten noch gut erhalten, meistens erscheinen sie wie verwischt. Die Bestimmung dieser Abdrücke stiess auf Schwierigkeiten, da ein etwa vorhandener Kiel nicht mehr wahrzunehmen ist. Nach der Zahl der Windungen, sowie nach der Zahl und Art der Rippen erinnern sie sehr an den *Ammonites planicosta* Sow. oder an junge Exemplare des *Ammonites margaritatus* Montf.

Ausser diesen Abdrücken findet man bei einigem Suchen auch kleine Bruchstücke von Ammoniten, die bessere Schlüsse als die oben erwähnten Abdrücke ziehen lassen. Obgleich sie

nie mehr als aus einem Viertel-Umgang bestehen, so lässt sich doch die Beschaffenheit der Rippen wie auch der Querschnitt deutlich erkennen. Diese Kennzeichen weisen mit Sicherheit auf den *Ammonites planicosta* Sow. oder den *A. capricornus* v. Schloth. hin. Diese beiden Ammoniten lassen sich bekanntlich kaum unterscheiden, selbst wenn man sie in tadellosen Exemplaren vor sich hat. Aus Gründen, die später entwickelt werden sollen, lässt sich jedoch schliessen, dass hier der *Ammonites planicosta* Sow. vorliegt.

Neben diesen Bruchstücken von Ammoniten sind noch kleine Knöllchen sehr bemerkenswert, welche sich in ziemlicher Menge finden; sie sind teils walzenförmig, mit Höckern und Einbuchtungen versehen, teils kugelig und linsenförmig. Sie sind verschieden von den schon erwähnten kantigen Stücken mit den Ammonitenabdrücken und liegen fast immer unmittelbar neben einem solchen.

Die chemische Untersuchung dieser Knöllchen ergab nun, dass dieselben aus thonigem Phosphorit bestehen. Ein solcher Knollen, der untersucht wurde, enthielt neben ca. 9 % Kieselsäure 65,50 % Tricalciumphosphat, was einem Phosphorsäuregehalt von 30,08 % entspricht. Auch enthalten sie eine nicht unbeträchtliche Menge Fluor (1—2 %).

v. Gümbel [1] hat zuerst auf das Vorkommen von Phosphorit im fränkischen Jura aufmerksam gemacht; nach seinen Angaben sind diese Knollen weit verbreitet.

v. Martius [2] beschreibt ein Vorkommen von Phosphorit im mittleren Lias von Leimershof, das eine grosse Ähnlichkeit mit den erwähnten Knollen zeigt, doch scheinen die Phosphoritknollen von Leimershof aus einem höheren Horizont zu stammen, denn nach seinen Angaben enthielt einer dieser Knollen den Abdruck eines *Ammonites margaritatus*.

Nach einer Analyse von Prof. Kayser bestehen diese Knollen aus:

Wasser mit Spuren N-haltiger Materien . .	5,77 %
Thon (in Salzsäure unlöslich)	22,86
Phosphorsaurem Kalk	68,72
Kohlensaurem Kalk	2,65
	100,00 %

[1] v. Gümbel, l. c.

[2] v. Martius, Über phosphorsaure Thonknollen (Koprolithen?) von Leimershof. Sitzungsb. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. 1864. Bd. II. p. 191.

v. Martius weist auf die Ähnlichkeit mit Koprolithen hin, doch trifft seine Vermuthung nicht zu, wir haben es vielmehr mit Konkretionen zu thun. Die verschiedene Grösse ($^1/_2$—2 cm Durchmesser), die warzenförmigen Erhöhungen und sonstige Unregelmässigkeiten der Gestalt dürften die Koprolithennatur ausschliessen. Auch fehlt jede Andeutung jener ring- oder spiralförmigen Aufschuppungen, welche als Eindrücke der Afterklappen für Koprolithen charakteristisch sind.

Unter dem Mikroskop sieht man eine amorphe Grundmasse, in welche kleine Quarzkryställchen, sowie kleine Leistchen eines im polarisierten Licht stark glänzenden Minerals eingebettet sind. Diese letztere lassen durch ihr Verhalten im polarisierten Licht, sowie durch Andeutungen von Absonderungsstreifen auf Apatit schliessen.

Die erwähnten Bruchstücke des Ammoniten haben dieselbe chemische Zusammensetzung, während die kantigen Stücke mit den Ammonitenabdrücken nur einen etwa halb so grossen Phosphorsäuregehalt zeigen.

Die Schicht selber, welche die erwähnten Einschlüsse enthält, zeigt folgende Zusammensetzung:

SiO_2	55,60 %
Al_2O_3	16,85
Fe_2O_3	5,83
MnO	0,26
CaO	4,52
MgO	3,85
K_2O / Na_2O	Spur
P_2O_5	0,40
SO_3	0,91
CO_2	5,71
H_2O + Organ. Subst.	6,31
	100,24 %

Partialanalyse:

In verdünnter Salzsäure unlöslich		58,16 %
in verdünnter Salzsäure löslich	SiO_2	10,22
	R_2O_3	11,35
	CaO	3,89
	MgO	3,65
	SO_3	nicht best.

v. Gümbel (l. c.) hat die Frage angeregt, ob solche Schichten mit viel Phosphoritknollen nicht für die Landwirtschaft nutzbar gemacht werden könnten. Im vorliegenden Falle dürfte jedoch wegen der geringen Mächtigkeit der Schicht und dem Fehlen von Alkalien nicht daran gedacht werden können. Da die Knollen die Phosphorsäure als Tricalciumphosphat enthalten, müssten sie erst durch umständliche Behandlung in Super-

phosphat übergeführt werden, um die Phosphorsäure für die Pflanzen resorbierbar zu machen.

X. Ganz im Gegensatz zu der Schicht IX, welche trotz ihrer geringen Mächtigkeit eine Menge Einschlüsse enthält, steht die folgende Schicht X.

Sie zeigt eine Mächtigkeit von 1,15 m, besteht aus einem dickbankig geschichteten Letten von grauer, etwas hellerer Farbe, als die vorhergehende Schicht.

Als Einschlüsse sind zu erwähnen einige Millimeter dicke Lagen von Gipskrystallen von Schwalbenschwanzform, die als Neubildung die Spalten zwischen den einzelnen Bänken ausfüllen.

Ausserdem sind noch vereinzelte Knollen von derbem Schwefelkies zu erwähnen, die keine Versteinerungen enthalten, wie überhaupt die ganze Schicht als versteinerungsleer zu bezeichnen ist.

Die chemische Analyse ergab folgendes Resultat:

SiO_2	60,86 %
Al_2O_3	15,45
Fe_2O_3	5,78
MnO	0,45
CaO	3,73
MgO	3,06
Alkalien	Spur
P_2O_5	0,037
SO_3	1,08
Glühverlust	9,45
	99,897 %

Partialanalyse:

In verdünnter Salzsäure unlöslich		70,73 %
in verdünnter Salzsäure löslich	SiO_2	4,91
	R_2O_3	8,59
	CaO	3,18
	MgO	2,99

Auf dem Schuttrain, auf den der Abraum des Steinbruchs gefahren wird, lässt sich diese Schicht sofort wieder herausfinden, da sich auf ihr kein Pflanzenwuchs angesiedelt hat, was auf den andern Schichten reichlich geschehen ist; diese Thatsache steht ganz im Einklang mit dem Ergebnis der chemischen Analyse, die grosse Armut an Pflanzennährstoffen ergeben hat.

XI. Die gleiche Unfruchtbarkeit zeigt auch die XI. Schicht. Im Profil hebt sie sich von der vorhergehenden durch dunklere Färbung und dünnere Schieferung ab. Die Mächtigkeit beträgt 0,35 m. Sie ist ebenfalls versteinerungsleer.

Die chemische Analyse ergab folgendes Resultat:

SiO_2	57,98 %
Al_2O_3	19,56
Fe_2O_3	3,60
MnO	0,14
CaO	3,05
MgO	2,89
K_2O	Spur
Na_2O	1,05
P_2O_5	0,17
SO_3	0,91
Glühverlust	10,93
	100,28 %

Partialanalyse:

In verdünnter Salzsäure unlöslich		65,25 %
in verdünnter Salzsäure löslich	SiO_2	4,07
	R_2O_3	13,66
	CaO	2,85
	MgO	2,59

An Einschlüssen sind zu erwähnen kleine Nester von Eisenocker, die sich nach der Verwitterung an der Oberfläche durch gelbe Flecken kenntlich machen.

XII. Als XII. Schicht wurde eine grössere Anzahl (ca. 12) Bänkchen von Thoneisenstein, wechsellagernd mit dünnblätterigem grauen Letten zusammengefasst.

Die erwähnten Thoneisensteinbänkchen sind meist nur wenige Centimeter mächtig und zeigen analoge Zusammensetzung wie Schicht VIII, weshalb dieselben nicht näher untersucht wurden.

Die dazwischenlagernden Lettenschichten sind sowohl nach Aussehen, als chemischer Zusammensetzung identisch; die chemische Analyse ergab folgendes Resultat:

SiO_2	56,50 %
Al_2O_3	19,27
Fe_2O_3	7,82
MnO	Spur
CaO	2,36
MgO	2,78
K_2O, Na_2O	0,63
P_2O_5	0,18
SO_3	0,89
Glühverlust	9,95
	100,38 %

Partialanalyse:

In verdünnter Salzsäure unlöslich	65,84 %
SiO_2	4,20
R_2O_3	14,88
CaO	2,17
MgO	2,79

Die abwechselnde Lagerung von Thoneisenstein und Letten lassen darauf schliessen, dass das Meer zu jener Zeit häufigen Niveauschwankungen unterworfen war. Wie wir oben gesehen haben, bildet sich Seeerz nur bis zu einer be-

stimmten Tiefe; bei grösserer Tiefe lagert sich Schlamm ab, der sich als Letten erhalten hat.

Die Mächtigkeit der Schicht beträgt 0,80 m. Auch hier zeigen sich die kleinen Nester von Eisenocker, wie sie bei der vorhergehenden Schicht beobachtet worden sind. Sonstige Einschlüsse oder Versteinerungen fanden sich nicht.

XIII. Diese Schicht wird überlagert von einem dunkelgrauen Letten, der in einer Mächtigkeit von 1,05 m ansteht. Derselbe ist im Gegensatz von den tiefer liegenden Bänken nur wenig geschichtet und zerbröckelt im lufttrockenen Zustand.

Die chemische Zusammensetzung ist folgende:

SiO_2	57,33 %
Al_2O_3	23,24
Fe_2O_3	5,44
MnO	Spur
CaO	1,12
MgO	2,45
K_2O, Na_2O	0,65
P_2O_5	0,45
SO_3	1,01
Glühverlust	8,38
	100,07 %

Partialanalyse:

In verdünnter Salzsäure unlöslich		70,24 %
in verdünnter Salzsäure löslich	SiO_2	2,49
	R_2O_3	15,92
	CaO	0,48
	MgO	1,98

XIV. Von der Schicht XIII unterscheidet sich Schicht XIV im wesentlichen nur durch die etwas hellere Farbe, indem Schicht XIV hellgrau gefärbt erscheint; die chemische Zusammensetzung ist im wesentlichen dieselbe:

SiO_2	58,03 %
Al_2O_3	23,23
Fe_2O_3	5,82
MnO	0,20
CaO	1,50
MgO	2,41
K_2O	0,68
Na_2O	0,48
P_2O_5	0,23
SO_3	0,59
Glühverlust	7,20
	100,37 %

Partialanalyse:

In verdünnter Salzsäure unlöslich		68,76 %
in verdünnter Salzsäure löslich	SiO_2	3,71
	R_2O_3	16,63
	CaO	0,70
	MgO	1,92

Einschlüsse und Versteinerungen fehlen in diesen beiden Schichten vollständig, wenn man von den schon erwähnten

Eisenockernestern absieht, die auch hier zu beobachten sind. — Mit einer 10 cm dicken Humusschicht schliesst nun unser Profil ab.

Oben, auf dem Ackerboden zerstreut, sowie in taschenförmigen Vertiefungen angehäuft, finden sich eine grosse Anzahl Platten von einem sehr harten, hellklingenden Mergelkalk. Die Kanten derselben sind stark abgerundet, die Farbe der frischen Bruchfläche ist dunkelbraungelb und rührt von dendritischen Bildungen her, die das ganze Gestein durchsetzen.

Beim Auflösen des Gesteins in Salzsäure entwickelt sich Chlor, die Lösung giebt Manganreaktion, was darauf schliessen lässt, dass die erwähnten dendritischen Bildungen aus Braunstein bestehen.

An Versteinerungen sind diese Platten arm, trotz gründlichen Absuchens fand ich nur einen schlecht erhaltenen Belemniten, sowie ein Exemplar von *Rhynchonella rostellata* Quenst.

Tabellarische Zusammenstellung der ausgeführten Analysen.

Zur Übersicht der ausgeführten Analysen seien dieselben hier tabellarisch zusammengestellt (s. folgende Seite).

4. Über das geologische Alter der einzelnen Schichten.

In der Litteratur finden sich aus der Nähe von Forchheim verschiedene Profile verzeichnet. Am ausführlichsten davon sind die von Pfaff[1] und von v. Gümbel[2]. Wenn dieselben auch nicht von derselben Lokalität stammen und deshalb Unterschiede in der Angabe der Mächtigkeit der einzelnen Schichten aufweisen, so sind sie doch von grossem Werte für die Bestimmung des Alters der einzelnen Schichten.

Die Schichten I, II, III und IV gehören, wie schon hervorgehoben, unzweifelhaft zur rhätischen Stufe.

Man sollte nun erwarten, dass zwischen diesen Schichten und dem Arietensandstein einige Ablagerungen auftreten, die den unteren Schichten des Lias α entsprechen. Die

[1] v. Gümbel, l. c. Profil P. p. 256.

[2] Pfaff, N. J. 1857. p. 7.

Zusammenstellung der Analysen.

	II a	II b	III	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
SiO_2	59,90	60,30	58,54	56,76	25,06	55,60	60,86	57,98	56,50	57,33	58,03
Al_2O_3	27,95	27,69	26,44	23,77	2,60	16,85	15,45	19,56	19,27	23,24	23,23
Fe_2O_3	2,53	1,75	3,43	4,34	19,31	5,83	5,78	3,60	7,82	5,44	5,82
FeO	0,50	—	—	—	21,87	—	—	—	—	—	—
MnO	—	—	—	Spur	1,61 (Mn_2O_3)	0,26	0,45	0,14	Spur	Spur	0,20
CaO	—	—	—	0,89	7,70	4,52	3,73	3,05	2,36	1,12	1,50
MgO	0,33	0,38	1,24	2,01	2,46	3,85	3,06	2,89	2,78	2,45	2,41
K_2O	Spur	Spur	Spur	1,14	Spur	Spur	Spur	Spur	} 0,63	} 0,65	0,68
Na_2O	Spur	Spur	Spur	2,63	Spur	Spur	Spur	1,05			0,48
P_2O_5	—	—	—	0,23	4,81	0,40	0,037	0,17	0,18	0,45	0,23
SO_3	—	—	—	Spur	Spur	0,91	1,08	0,91	0,89	1,01	0,59
Glühverlust . .	8,25	9,46	10,27	8,66	14,60	12,02	9,45	10,93	9,95	8,38	7,20
Summe	99,46	99,58	99,92	100,43	100,02	100,24	99,897	100,28	100,38	100,07	100,37
In HCl unlöslich	83,82	80,88	77,02	69,41	23,09	58,16	70,73	65,25	65,84	70,24	68,76

Planorbis-Zone ist im fränkischen Jura nicht vertreten, oder wenigstens eng mit dem Rhät (Bonebed) verschmolzen. So entdeckte Credner[1] in den pflanzenführenden Schichten von Coburg, die den Bonebed-Schichten entsprechen, bei Oberfüllbach einen *Ammonites (Psiloceras) planorbis* Sow. (= *A. psilonotus* Quenst.).

Die Zone des *A. (Schlotheimia) angulatus* tritt im fränkischen Jura häufig auf und ist z. B. in den Steinbrüchen des Tiergartens bei Strullendorf ziemlich mächtig entwickelt; im Forchheimer Gebiet ist sie dagegen nur an einzelnen Stellen und auch da nur andeutungsweise vertreten; möglicherweise entspricht die gelbe Sandsteinplatte in v. Gümbels Profil Nro. 6 dieser Zone. In unserem Steinbruch fehlt jede Spur dieser Schicht.

Der Arietensandstein V ist als der alleinige Vertreter des Lias α zu betrachten, wie das schon längst von v. Gümbel festgestellt ist.

Weniger einfach gestaltet sich die Bestimmung bei Lias β. Dass Schicht VI hierherzustellen ist, wurde bereits erwähnt. Die Schichten VII, VIII und IX sind aber meiner Meinung nach auch noch zu Lias β zu rechnen.

In Schicht IX findet sich nämlich der *Ammonites planicosta* Sow.

Wie schon kurz erwähnt, lässt sich derselbe von dem *A. capricornus* Schloth. in dem Erhaltungszustand, wie er vorliegt, nicht unterscheiden.

Nun findet sich aber der *A. capricornus* in Franken selten, dann aber nur in grösseren, wohlausgebildeten Exemplaren; der *A. planicosta* ist da, wo er unzweifelhaft als solcher bestimmt wurde, nur in kleinen Exemplaren, oder in Bruchstücken, ähnlich wie an unserer Stelle gefunden worden, und zwar nie vereinzelt, wie der *A. capricornus*, sondern immer in grösserer Anzahl.

Wir dürften also nicht fehlgehen, wenn wir annehmen, dass wir den *A. planicosta* vor uns haben; daraus würde dann auch folgen, dass die Schicht IX noch zum Lias β gehört.

Dafür spricht auch die Parallelstellung unseres Profils

[1] Credner, N. J. 1860. p. 314.

mit dem Profil des Lias β von Neunhof (in der Nähe von Eschenau).

Nach gütiger Mitteilung des Herrn Dr. Blanckenhorn gliedert sich dort der Lias β wie folgt (von oben nach unten):

1. Sandiger Schieferthon mit Lage von Phosphoritknollen, mit viel algenartigen Pflanzenresten und *A. muticus* d'Orb. (= *armatus densinodus* Quenst.) . . . . . 0,07 m
2. Grauer Schieferthon . . . . . 0,43 m
3. Grauer sandiger Schieferthon . . . . . 0,12 m
4. Gefleckte Sand- und Mergelzone, grau, schwefelgelb, oder dunkel rostfarben, mit Schwefelkies, Gelbeisenerz und Brauneisenstein, darin graue Mergelpartie mit kleinen *Gryphaea obliqua* und *Belemnites* cf. *elongatus*, in Brauneisenstein umgewandelt und verdrückt . . . . . 0,08 m

Wie wir hier sehen, lassen sich beim Lias β trotz seiner geringen Mächtigkeit doch noch verschiedene Lagen unterscheiden; dasselbe dürfte demnach auch bei unserem Steinbruch anzunehmen sein, wonach Schicht IX obiger Schicht 2 entsprechen würde, da der *Ammonites muticus* nie in der gleichen Schicht wie *A. planicosta*, sondern stets in einem höheren Horizont gefunden wird.

Wegen Mangel an Versteinerungen in den darauffolgenden Schichten ist es nicht möglich, die Grenzen zwischen Lias β und γ, sowie die zwischen γ und δ festzulegen.

Verschiedene Gründe sprechen jedoch dafür, dass unser Profil noch in den Lias δ hineinreicht.

Der Lias γ ist in der Umgebung von Erlangen, Forchheim u. s. w. nur ganz minimal entwickelt, höchstens 1—2 m, so dass man wohl nicht annehmen kann, dass er in unserem Profil plötzlich in grösserer Mächtigkeit auftreten soll (es sind von Schicht IX bis zum Ackerboden noch $5^1/_2$ m).

Ferner wurde auf der Schutthalde, wohin der Abraum des Steinbruchs geführt wird, von Herrn Dr. Blanckenhorn ein allerdings nur wenige Millimeter Durchmesser besitzender Ammonit gefunden, der trotz seiner Kleinheit als der Gattung *Amaltheus margaritatus* Montf. oder *spinatus* Brug. zugehörig mit Sicherheit erkannt wurde.

Die in den gelbbraunen Kalkplatten des Ackerbodens

gefundene *Rhynchonella rostellata* Quenst. wird zwar von Haas[1] der *Davoei*-Zone zugerechnet; Quenstedt[2], der die Art aufgestellt hat, fand sie nur im Lias δ.

Geht man auf der Höhe des Steinbruchs auf dem Fussweg nach Reuth, so findet man die erwähnten gelbbraunen Kalkplatten noch auf den Feldern liegen; ca. 400 m östlich hören diese gelben Platten auf und man findet nur noch graue Platten, von etwa derselben Gestalt wie die gelbbraunen.

Diese grauen Kalkplatten enthalten nun eine Menge Versteinerungen, darunter sehr häufig den *Ammonites margaritatus*.

Beide Arten von Kalkplatten finden sich auf der gleichen Höhe, und man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man diese gelben und grauen Platten als gleichzeitig entstanden annimmt und dem Lias δ zurechnet.

Ob nun die Schichten XIII und XIV, die man wegen ihrer Ähnlichkeit zusammenfassen muss, auch zum Lias δ gehören, kann nicht mit Bestimmtheit behauptet werden, doch ist dies mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit anzunehmen, da, wie schon erwähnt, der Lias γ in unserer Gegend nur in geringer Mächtigkeit auftritt (ca. 1—2 m) und die 3 obersten Schichten zusammen schon eine Mächtigkeit von 4 m besitzen.

Um ein übersichtliches Bild des Vorkommens der beschriebenen Schichten zu geben, will ich die schon erwähnten Profile von v. Gümbel und Pfaff, sowie das von mir aufgenommene nebeneinander stellen. Alle 3 Profile sind der Umgebung von Forchheim entnommen.

---

[1] Haas und Petri, Die Brachiopoden der Juraformation von Elsass-Lothringen. p. 182. Tab. III. Fig. 26—31.

[2] Quenstedt, Brachiopoden. p. 53.

Pfaff	v. Gümbel	Spohn	
	Oberfläche: Waldboden.		
	1. Gelber, zersetzter, lehmiger Mergel mit ausgewitterten *Belemnites paxillosus* und Eisenschwarten (Margaritatenmergel) . . . . . 10′		
l) Oben Platten von einem gelblichen Kalk.	2. Grauer, durch Verwitterung gelbgrauer Mergelkalk voll Fucoiden, dann mit *Terebratula numismalis*, *Rhynchonella rimosa* und *Belemnites clavatus* . . $^1/_2$′	Gelbbraune Kalkplatten in der Ackererde mit *Rhynchonella rostellata* und *Belemnites* sp.	Lias δ
k) Etwas hellerer Mergel als g), durch Verwitterung wie jene sich blätternd und rostfarben werdend . . . . . 9′	3. Wohlgeschichteter, grauer, durch Verwitterung gelber Mergelschiefer mit 4—5 Zwischenlagen von meist in Linsen zerteiltem Kalk, mit Quarzkörnchen: *Belemnites elongatus*, *Plicatula spinosa*, *Gryphaea obliqua*, Mittlerer Lias 10′	XIV. Hellgrauer Letten mit Nestern von Eisenocker, versteinerungsleer. . . . 2,30 m	
		XIII. Letten von demselben Habitus wie XIV, etwas dunkler. . 1,05 m	
		XII. Ca. 12 dünne Lagen von dünnblätterigem grauen Schieferthon, durch fingerdicke Thoneisensteinlagen voneinander getrennt . 0,80 m	
		XI. Dunkelgrauer, sehr dünnblätteriger Schieferletten, ohne Versteinerungen, mit Nestern von Eisenocker . . . 0,35 m	Lias γ
	4. Oben grüngrauer, unzersetzt schwarzer Schieferthon mit Schwefelkiesputzen, unten etwas sandig, mit Kalkknöllchen, voll *Ammonites raricostatus* (obere Lage des unteren Lias) 13′	X. Hellgrauer, dickbankiger Letten mit Knollen von Schwefelkies und mit Gipsausscheidungen . . . . 1,15 m	
i) Hellgraue Mergel . . . . . $^1/_2$′		IX. Dünnblätteriger, etwas dunkler Letten mit kleinen Phosphoritknöllchen, *Ammonites planicosta*, *Avicula sinemuriensis* etc. . 0,10 m	Lias β
h) Konzentrisch schalige, platte Konkretionen von Thoneisenstein.		VIII. Thoneisensteinlage mit kugeligen und cylindrischen Absonderungsflächen . . 0,07 m	

Pfaff	v. Gümbel	Spohn	
g) Grauer Letten mit Quarzkörnern.		VII. Dunkler, durch Verwittern dünnblätterig werdender Letten mit Kriechspuren von Würmern . . . . . 0,55 m	Lias β
f) Dunkle, rote, eisenschüssige Thonmergel, zum Teil sehr fest, aber durch Verwittern leicht sich blätternd . . . . 5'	5. Gelber, dolomitischer Kalk (*Tuberculatus*-Bank) und eisenschüssiger, grobkörniger Sandstein (Arietensandstein) . . . . . $^1/_2$'	VI. Eisenschüssiger, sandiger Lehm mit viel groben Quarzkörnern und gelben Einlagerungen (Gelbeisenerz). . 0,15 m	
e) Grobkörniger, gelber, eisenschüssiger Sandstein . $1^1/_2$'		V. Grober, eisenschüssiger Sandstein mit schlecht erhaltenen Versteinerungen (Arietensandstein) . . . 0,60 m	Lias α
d) Eine zweite Lage grauen, ziemlich festen Mergelthones 1'	6. Weisslicher und grauer, weicher Mergel und gelbliche Sandsteinplatte . . . . . $^1/_4$'	IV. Gelber Thon, durch Auswittern kleiner Körnchen porös . . . 0,25 m	Rhät
c) Feinkörniger, etwas gelblicher Sandstein.	7. Stellenweise roter, meist nur rotgefleckter, gelblichgrauer Lettenschiefer und Thon, durch weissliche, leicht auswitternde runde Körnchen ausgezeichnet, die auswitternd der Masse ein poröses Aussehen verleihen . . . . . 3'	III. Dunkler Schieferthon mit verkohlten Wurzelresten . . . . 0,14 m	
b) Eine dünne Lage eines grauen, glimmerhaltigen Mergelthones.		II. Oben gelber, unten weisser, stellenweise rotgefleckter Thon, porös wie IV, zum Theil sandig . . . . . 0,80 m	
	8. Roter und grünlicher Thon mit Schwefelkies und Sandeisenstein . . . . . 7''		
a) Der feinkörnige, weisse Keupersandstein.	9. Weisser, gelbgestreifter, grobkörniger Bausandstein . . . 15'	I. Bausandstein . 7 m	

Zum Schlusse sei es mir noch gestattet, meinen verehrten Lehrern, Herrn Prof. Dr. Oebbeke, Herrn Dr. v. Elterlein, und vor allen Herrn Dr. Blanckenhorn, auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank auszudrücken für die freundliche Unterstützung, die sie mir bei Ausarbeitung vorliegender Dissertation zukommen liessen.

Curriculum vitae.

Ich, Georg Spohn, bin geboren zu Ravensburg am 24. April 1870, evangelischer Konfession. Nach je fünfjährigem Besuch des Gymnasiums zu Ravensburg und des Realgymnasiums zu Ulm absolvierte ich das letztere im Jahre 1889. Im darauffolgenden Jahre genügte ich meiner Militärdienstpflicht zu Ulm, worauf ich vom Wintersemester 1890/91 an die kgl. Technische Hochschule zu Stuttgart besuchte, wo ich der chemisch-technischen Abteilung angehörte. Nach Ende des Wintersemesters 1892/93 verliess ich dieselbe, um eine halbjährige Studienreise nach England und Nordamerika (Weltausstellung in Chicago) auszuführen, nach deren Beendigung ich die Universität Erlangen bezog. Hier war ich im Wintersemester 1893/94 und im Sommersemester 1894 im Laboratorium des Herrn Prof. Dr. Beckmann thätig, um mich in der organischen Chemie weiter auszubilden. Vom Wintersemester 1894/95 bis Ende des Sommersemesters 1895 war ich im mineralogisch-geologischen Institut bei Herrn Prof. Dr. Oebbeke mit der Ausarbeitung vorliegender Dissertation beschäftigt.

Druck von Carl Grüninger, Stuttgart.